文科系のための入門講座

「実用音響学」初歩の初歩

加銅鉄平 Kadou Teppei

No. 8　音の拡散とは？

拡散音場の定義

「拡散」という言葉は「核拡散防止条約」などと使われているので馴染みのある言葉ですが，要するに「散らばる」ことです．したがって音の場合は，音がよく混ざりあって，散らばっている状態を指します．音に不自然さがなく，安心して音楽が聴ける感じで，ゴツゴツした岩場に比べた，滑らかな砂浜というイメージかも知れません．

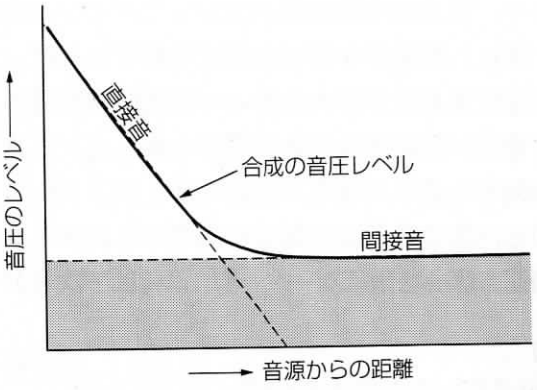
JIS の用語の定義では「拡散音：ある区域内で，エネルギー密度が一様で，かつすべての方向に対するエネルギーの流れが等しい確率であるとみなされる分布をしている音」となっています．室内がそのような状態になっている場合は，その部屋を拡散音場と呼んでいます．

音場が拡散音場でない場合には，特定の場所で音が強かったり弱かったり，ある周波数の音だけが強かったり弱かったりすることになり，せっかくスピーカーがフラットな再生をしても癖のある音になってしまいます．したがって，リスニングルームはできるだけ拡散音場になるように設計しなければいけません．

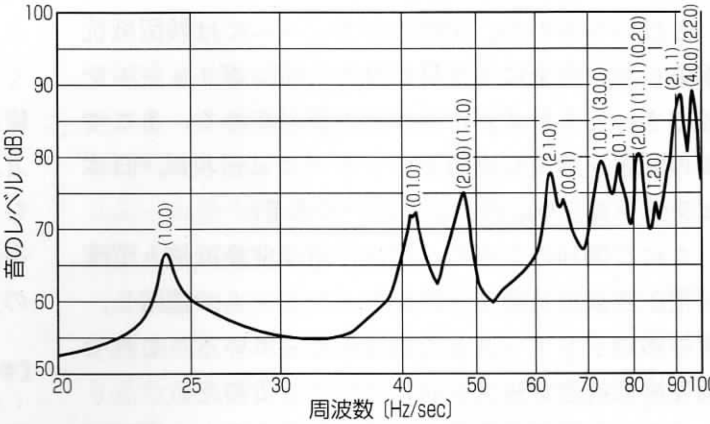
拡散音場を実現するように音響設計が十分に行われていても，現実には音源の近辺は**図1**のように直接音が強くて，とても部屋全体が拡散音場というわけにはいきません．しかし離れて直接音が弱くなった場所では，拡散音場とみなすことができます．また，音源が停止した後の若干の時間（残響の残っている時間）も拡散音場と想定することができます．

前回まで「定在波のことを念入りに説明し，その実態をイメージとして把握してもらいたい」と解説してきたのは，実は音の拡散を妨げている最大の原因が定在波であるためです．**図2**は再掲ですが，24 Hz，41Hz，48Hz などに孤立したピークがあり，この周波数では室内に音の強い場所，弱い場所の縞模様ができることになります．この状態が拡散とは反対の状態にあるということです．原因は定在波（固有振動）がまばらに存在して孤立しているためにできるのですが，周波数が高くなると個々の定在波の隣との境目がはっきりしなくなり，縞模様もはっきりしなくなって，だんだん拡散音場に近くなってくるのです．

では，一般のリスニングルームはどの程度の拡散状態にあるかというと，12畳の部屋で念入りに設計



［図1］　音場の音圧レベル



［図2］　拡散のよくない状態

した場合，おおよそ250Hz以上くらいはほぼ拡散状態にあると判断できます．

この状態を判断するには，音を停止した後の減衰の状態を眺めるとよくわかります．

図3(a)は減衰がなだらかで，この周波数では拡散状態にあるといえるものですが，(b)は凹凸が激しく，固有振動の特定のモードが残っていたりして拡散が不十分であることがわかります．

もう一つの観察方法はスピーカーから離れた場所で音圧の周波数特性をとってみて，スピーカーの無響室特性よりも凹凸が甚だしくなっていれば，その周波数より下では拡散が良くないと判断できます．

もう一つの判断の仕方は，スピーカーの周波数特性をスピーカー直前0.5m，2mと距離を変えて測定してみる方法です．**図4**がその例で，この部屋（8畳弱の洋室）では凹凸が暴れなくなる，およそ600Hz以上でなければ拡散音場とはみなされません．小型の部屋では止むを得ないというサンプルです．

部屋の寸法比率を適正に設定

では，どうすれば拡散の良いリスニングルームをつくることができるかということを説明しましょう．

いずれ詳しく説明しますが，寸法比率というのは長さ，幅，高さの比率のことで，互いに整数倍にならないように注意します．

(1) 部屋の形を不整形にする

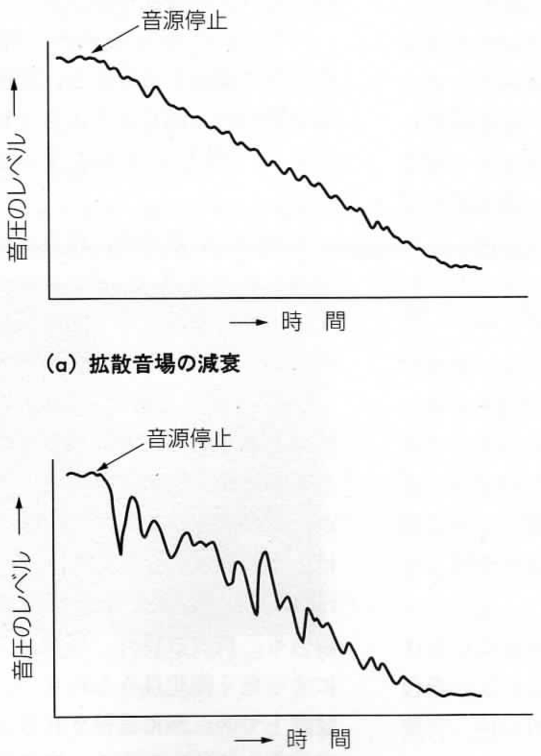
これは対向する壁を平行にしないこと，壁に凹凸を付けて音が乱反射するようにすることです．

(2) 凹面をつくらない

ドーム型の天井が最悪の例です．凹面は必ず「焦点」をつくりますから，そこに音が集中して拡散しないことになります．この焦点に音が集中すると逆に音の不足する点，すなわち「死点」もできます．吸音率の異なる材料を交互に配置すると，音が乱反射することになり，拡散に貢献します．

(3) 部屋は大きいほど拡散不良の周波数の限界は下がる

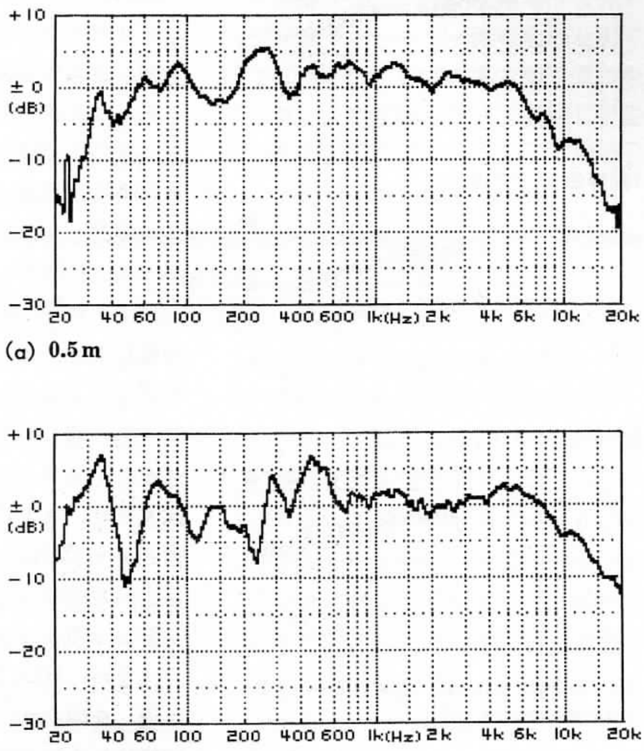
前にも説明しましたが，部屋が大きくなると定在波の孤立するゾーンが周波数の下の方に移動し，拡散不良の領域が狭まっていきます．この面からもリスニングルームが大きいことはメリットがあります．



(a) 拡散音場の減衰

(b) 拡散の良くない音場の減衰

[図3] 減衰曲線による拡散状態の判定



(a) 0.5m

(b) 2m

[図4] f特で拡散状態を判断